

UJI BANDING ANTAR LABORATORIUM DALAM PENGUKURAN RADIOAKTIVITAS MENGGUNAKAN SPEKTROMETER GAMA

Maskur, Adang H.G., Endang Sarmini, Yayan Tahyan, Dede Kurniasih

PRR-BATAN Serpong-Tangerang Selatan

E-mail: maskur@batan.go.id

ABSTRAK

UJI BANDING ANTAR LABORATORIUM DALAM PENGUKURAN RADIOAKTIVITAS MENGGUNAKAN SPEKTROMETER GAMA. Laboratorium Uji Radioisotop dan Radiofarmaka (LUR2) adalah laboratorium uji milik Pusat Radioisotop dan Radiofarmaka BATAN yang telah memperoleh akreditasi ISO/IEC 17025 dari KAN (Komite Akreditasi Nasional). Sesuai aturan ISO/IEC tersebut, maka laboratorium secara berkala harus melakukan validasi metode dan salahsatu caranya melalui uji banding antar laboratorium. Pada tahun 2012, LUR2 telah mengikuti uji banding antar laboratorium di BATAN yang dikoordinir PTKMR tentang pengukuran radioaktivitas menggunakan spektrometer gama, sampel berupa radionuklida Eu-152. Uji Banding diikuti oleh 16 peserta yang berasal dari laboratorium di BATAN dan hasil pengukuran menunjukkan mayoritas laboratorium mempunyai penyimpangan $<10\%$ dibanding nilai acuan. Pada awalnya LUR2 melakukan pengukuran menggunakan perbandingan net area sampel dan sumber standar Eu-152. Hasil pengukuran ternyata selisih 5 kali lebih besar dari nilai acuan. Untuk pembandingan maka dilakukan pengukuran ulang menggunakan sumber standar lain (kombinasi Ba-133, Co-60, dan Cs-137) ternyata hasil pengukuran mempunyai selisih mendekati nilai acuan. Untuk konfirmasi lebih lanjut, maka sumber standar Eu-152 diukur aktivitasnya menggunakan sumber standar lain (kombinasi Ba-133, Co-60, dan Cs-137) dan ternyata hasilnya 1/5 dari aktivitas yang tertera di sertifikat. Hasil ini menunjukkan bahwa sumber penyimpangan besar bukan pada alat melainkan karena radioaktivitas yang tertera di sertifikat sumber standar Eu-152 tidak sesuai dengan radioaktivitas yang sebenarnya. Dari hasil kegiatan ini, disimpulkan bahwa uji banding antar laboratorium sangat penting karena dapat mengetahui dengan segera jika ada penyimpangan pada alat maupun sertifikat sumber standar.

Kata Kunci: Uji banding, pengukuran radioaktivitas, sumber standar, spektrometer gama x-cooler

ABSTRACT

INTERLABORATORY COMPARISONS IN THE MEASUREMENT OF RADIOACTIVITY USING GAMMA SPECTROMETER. *Radioisotopes and Radiopharmaceuticals Testing Laboratory (LUR2) is a testing laboratory owned by Center for Radioisotopes and Radiopharmaceuticals BATAN that has obtained accreditation to ISO / IEC 17025 from KAN. According to the rules of ISO / IEC, the laboratory should periodically validate methods and one of the main way through laboratory intercomparison. In 2012, LUR2 have followed interlaboratory comparisons in BATAN coordinated by PTKMR about radioactivity measurements using gamma spektrometer with samples of radionuclide Eu-152. Comparative trials followed by 16 participants from laboratories in BATAN and measurement results showed the majority of laboratories had deviation $<10\%$ compare to the reference standard. At first LUR2 measure net area ratio of the sample and the standard Eu-152 source. The measurement gave the difference of +5 times greater than reference value. For comparison of the measurements was performed using other standard sources (a combination of Ba-133, Co-60 and Cs-137). The result of measurement was close to the reference value. To obtain reliability for further confirmation, the standard source of Eu-152 activity was measured using other standard sources (a combination of Ba-133, Co-60 and Cs-137) and the result was one fifth of the activities in the certificate. These results indicate that the major source of deviation did not originate from the equipment but rather because of the radioactivity contained in the certificate of Eu-152 standard source does not correspond to the actual radioactivity. From the results of this project, it was concluded that*

interlaboratory comparisons is very important because it can determine immediately if there are deviation in the instrument or certificate standard sources.

Keywords: comparative test, measurement of radioactivity, standard sources, gamma spektrometer X-cooler.

PENDAHULUAN

Spektrometer gamma merupakan alat yang dapat digunakan untuk menganalisis sumber radioaktif untuk mengidentifikasi unsur atau isotop-isotop radioaktif yang ada di dalamnya. Seperangkat spektrometergamma terdiri beberapa sub system seperti detektor gamma, rangkaian elektronika, catu daya tegangan tinggi, rangkaian MCA yang terintegrasi dan on board pada slot CPU, serta dilengkapi perangkat lunak untuk proses data [1].

Laboratorium Uji Radioisotop dan Radiofarmaka (LUR2) adalah laboratorium uji milik instansi Pusat Radioisotop dan Radiofarmaka BATAN yang telah memperoleh akreditasi ISO/IEC 17025 dari KAN dengan nomer sertifikat LP-595-IDN/25 April 2012. Oleh karena itu, seluruh sistem mutu LUR2 harus mengacu pada aturan ISO/IEC 17025.

Berdasarkan standar sistem mutu ISO/IEC 17025:2005 yang menggantikan ISO/IEC 17025:1999, terjadi perubahan persyaratan teknis jaminan mutu hasil analisis pada sub klausul 5.9.2. yang menyatakan data pengendalian mutu harus dianalisis dan bila ditemukan diluar kriteria, tindakan tertentu harus dilakukan untuk mengoreksi permasalahan dan mencegah pelaporan hasil yang salah [2][3].

Laboratorium Standarisasi Radionuklida PTKMR BATAN merupakan Laboratorium Metrologi Radiasi sebagai laboratorium acuan nasional di bidang pengukuran radioaktivitas [4]. Oleh karena itu, untuk menjamin pemastian mutu hasil pengujian sesuai ketentuan ISO 17025:2005 maka LUR2 pada tahun 2012 telah mengikuti kegiatan interkomparasi antar laboratorium di BATAN yang dikoordinir oleh PTKMR BATAN dalam pengukuran radioaktivitas menggunakan spektrometer gama. Adapun peralatan spektrometer gama di PRR seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

Diharapkan dari hasil interkomparasi ini, LUR2 dapat mengukur seberapa besar penyimpangan akurasi dose calibrator milik LUR2 dibanding laboratorium acuan.



Gambar 1. Spektrometergama X-cooler

Pengolahan data secara kuantitatif cuplikan pemancar sinar gama yang diukur, harus dibuat kurva kalibrasi efisiensi menggunakan sumber standar pemancar sinar gama. Pengolahan data untuk pembuatan kurva kalibrasi efisiensi harus dilakukan sebaik mungkin karena setiap perhitungan cuplikan yang diukur mengacu pada kurva ini. Untuk mengetahui kinerja peralatan spektrometer gama yang digunakan, perlu dibuat *control chart* dengan mengukur suatu sumber standar pemancar sinar gama beberapa kali pada posisi yang sama dan dihitung simpangan bakunya. Selanjutnya *control chart* ini dipakai untuk memeriksa apakah peralatan spektrometer gama dalam kondisi optimum sebelum digunakan untuk pengukuran [5].

Sebelum pembuatan kurva kalibrasi efisiensi, maka terlebih dahulu dilakukan pengukuran sumber standar radioaktif yang diketahui radioaktivitasnya (dps). Dari spektrum gama dapat diketahui cps (*counts per second*) dari setiap puncak pada energi tertentu dengan mencari *net area* dari puncak tersebut dibagi dengan *counting time* (dalam detik). Dengan demikian dapat dicari efisiensi pengukuran pada energi dan geometri tertentu dengan rumus :

$$Ef = \frac{Cps}{Dps.l} \quad (1)$$

Dengan Ef = efisiensi pengukuran, Cps = cacah per detik, Dps = peluruhan per detik, l = intensitas (*abundance*)

Intensitas (*abundance*) dari suatu energi sinar gama adalah fraksi (persentase) dari setiap laju peluruhan (dps) yang memberikan kontribusi pada energi tersebut. Hal ini dapat dilihat dari tabel energi sinar gama^{[5][6]}

Pada kurva kalibrasi efisiensi, sebagai absis adalah energi (keV) dan ordinat adalah efisiensi. Persamaan untuk energi > 100 keV ini, bisa memiliki karakteristik persamaan *power* yang memiliki bentuk umum,

$$Y = AX^B \quad (2)$$

dengan Y adalah efisiensi dan X adalah energi. A dan B adalah nilai yang diperoleh dari persamaan kurva kalibrasi efisiensi energy sumber standar dan selanjutnya akan dipergunakan untuk menghitung efisiensi sampel menggunakan persamaan *power*.

Setelah diperoleh kurva kalibrasi efisiensi energy dari sumber standar dan data-data pengukuran sampel berupa net area, waktu *counting*, efisiensi dan intensitas maka radioaktivitas dari radionuklida dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 1 maupun rasio net area antara sampel dan sumber standar.

METODE

Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam kegiatan ini adalah Sumber standar Eu-152, Ba-133, Cs-137, Co-60, sampel Eu-152 dari PTKMR untuk interkomparasi yang akan diukur radioaktivitasnya.

Peralatan

Seperangkat instrumen spektrometer gamma x-cooler Spektrometer Gama dengan pendinginan detektor sistem elektrik Spesifikasi : ORTEC, HPGe detektor with X-cooler system (No LN₂ / No Dewar filling operations) Mechanical dimension : Compressor : 12.5" W x 12.5" D x 11" H Cold head length with detektor capsule attached standard 23.25" Weight : compressor : 36 l Cold head : 11 lbs (not include capsule)

Persiapan Alat:

Dipastikan semua tegangan listrik sesuai dengan yang direkomendasikan alat (220 VAC). Pendingin X-cooler ditempatkan pada posisi datar dan stabil. Apabila terjadi

perpindahan tempat disarankan untuk didiamkan terlebih dahulu selama minimal 24 jam agar oli di dalam mesin dalam kondisi stabil. Disambungkan semua konektor dengan benar dan diperiksa kembali

Proses Pendinginan:

Stabilizer dan UPS dihidupkan, dipastikan pengisian baterai berjalan normal. Cryosecure dihidupkan, lampu indikator akan menyala dan berkedip, system akan booting otomatis, ditunggu 10 menit untuk pengisian internal baterai. *Initialize* ditekan selama kurang lebih 5 detik maka *cryosecure* akan *self detect*. Proses *cooling down* detektor telah dimulai, ditunggu sampai 14 jam

Proses Inisialisasi Sistem:

Dipastikan lampu indikator *Cryosecure* yang menyala hanya *power*. Diklik start windows, dipilih Maestro 32, dipilih MCB Configuration. Diklik deteksi MCB yang ada kemudian diklik Renewal All, Close. Diklik icon *Maestro-32*, dipilih menu *acquire*, lalu dipilih *MCB propertise*. Disetting amplifier, dipilih Polarity (-), sesuai dengan tipe detektor, dipilih *pre amp Resistor feedback* sesuai dengan detektor P4. Disetting HV isi tegangan kerja 3500 V, dipilih shutdown method ORTEC, ditekan tombol ON maka bias detektor telah dimulai, ditunggu selama 30 menit agar tegangan bias stabil. Dipilih menu *optimise* pada amplifier, ditekan autostart maka pengaturan signal akan berjalan otomatis, ditunggu 1 sampai 10 menit hingga bunyi beep tanda selesai. Dipilih preset untuk mengatur waktu cacah yang kita inginkan,

Proses Akuisisi Data (Pengukuran):

Diklik icon *Maestro-32* untuk mengaktifkan sistem. Sampel (sumber radioaktif) yang akan diakuisisi ditempatkan di dalam perisai detektor. Dilakukan akuisisi dengan menekan icon GO, ditunggu sampai proses cacah selesai. Diklik menu ROI untuk menentukan ROI pada *peak energi*. Dilakukan olah data lebih lanjut dengan menekan menu yang tersedia. Dipilih menu *Acquire*, kemudian clear untuk menghapus data yang telah diambil. Dilakukan akuisisi seperti langkah di atas, dipilih menu file, save untuk menyimpan. Jika pengukuran telah selesai maka komputer dishutdown. Dimatikan seluruh Power Supply ke OFF

Pembuatan *control chart* spektrometer gama,

Dilakukan pengukuran aktivitas sumber standar Eu-152 menggunakan spektrometer gamma. Pengukuran dilakukan 10 kali pengukuran setiap bulan dan dilakukan selama 3 bulan. Aktivitas hasil pengukuran dihitung peluruannya berdasarkan basis tanggal tertentu. Hasil pengukuran diolah datanya menggunakan excell hingga diperoleh *control chart* dari instrumen.

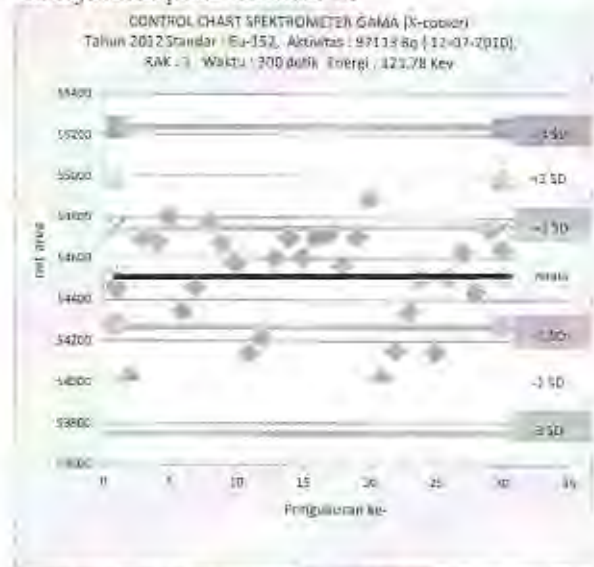
Interkomparasi pengukuran spektrometer gamma antar laboratorium di BATAN:

Sumber standar Eu-152 diukur menggunakan spektrometer gamma. Dibuat kalibrasi efisiensi energi berdasarkan sumber standar Eu-152. Diukur sampel dari koordinator interkomparasi. Dilakukan cara yang sama dari a sampai c, tetapi sumber standar yang digunakan adalah kombinasi dari sumber standar Cs-137, Ba-133, dan Co-60. Dihitung aktivitas sampel berdasarkan sumber standar Eu-152 dan sumber standar kombinasi Cs-137, Ba-133, dan Co-60 lalu dibandingkan hasilnya. Dibuat laporan interkomparasi untuk dibandingkan dengan hasil dari laboratorium yang lain.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Interkomparasi antar laboratorium seluruh BATAN yang dikoordinasi oleh PTKMR pada tahun 2012 dalam pengukuran Aktivitas sampel Eu-152 yang didistribusikan oleh PTKMR dengan menggunakan instrument spektrometer gama. Interkomparasi diikuti 16 peserta laboratorium-laboratorium di BATAN. Untuk memastikan alat ukur yang digunakan

dalam kondisi baik maka secara berkala dibuat *control chart* alat spektrometer gama seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. *Control Chart* Spektrometer Gamma X-cooler tahun 2012

Dari Gambar 2 ditunjukkan hasil *control chart* spektrogama x-cooler milik LUR2-PRR pada tahun 2012. *Control chart* ini sangat bermanfaat untuk melihat kinerja alat, terutama dalam hal presisi pengukuran. Dari *control chart* tersebut, diketahui bahwa 80% data pengukuran berada pada daerah $\pm 1SD$ dan 20% berada $\pm 2SD$. Hal ini menunjukkan bahwa alat spektrometer gama mempunyai presisi baik, sehingga siap untuk digunakan pengukuran radioaktivitas.

Pada pengukuran radioaktivitas sampel Eu-152 ini, digunakan sumber standar Eu-152, Co-60, Ba-133, dan Cs-137. Adapun data secara lengkap ditunjukkan pada Tabel 1:

Tabel 1. Data sumber radionuklida standard dan sampel

Sampel yang akan diukur radioaktivitasnya	Eu-152	Waktu Paruh
Aktivitas Sumber standar Eu-152	97113 Bq $\pm 5,08\%$ (12-juli-2010) No.sertifikat 024/S/PI0301/KMR/2010	13,522 tahun
Aktivitas Sumber standar Ba-133	26341,43 Bq $\pm 3,63\%$ (5-okt-2012) No.sertifikat 042/S/PI0301/KMR/2012	10,540 tahun
Aktivitas Sumber standar Cs-137	4107,41 Bq $\pm 3,39\%$ (5-okt-2012) No.sertifikat 043/S/PI0301/KMR/2012	30,05 tahun
Aktivitas Sumber standar Co-60	1237,34 Bq $\pm 8,36\%$ (5-okt-2012) No.sertifikat 044/S/PI0301/KMR/2012	5,2711 tahun
Tanggal Perhitungan	Acuan 1 Oktober 2012	

Data Pengukuran**1. Sumber Standar**

Hasil pencacahan sumber standar multi gamma Eu-152 ditunjukkan pada Gambar 3 dan Tabel 2.



Gambar 3. Spektrum Sumber standar Eu-152 menggunakan Spektrometer Gamma

Tabel 2. Hasil Pencacahan Sumber standar Eu-152, Waktu Pencacahan 3600 detik

No	Net Area	FWHM	keV (centroid)
1	101280	2,06	122,06
2	12553	1,92	244,7
3	35228	1,96	344,28
4	7306	2,14	778,9
5	7295	2,44	964,13
6	5675	2,43	1112,12
7	6833	2,45	1407,98

2. Beberapa Sampel Sumber Radioaktif dari koordinator interkomparasi

Pada interkomparasi ini telah diberikan oleh koordinator beberapa sampel sumber radioaktif seperti Eu-152, Ba-133, Cs-137 dan Co-60 pada penulis. Hasil pencacahan sampel Eu-152 dari koordinator interkomparasi ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Sampel Interkomparasi Eu-152, Waktu Pencacahan 3600 detik

No	Net Area	FWHM	keV (centroid)
1	190759	2,05	122,02
2	23687	1,89	244,68
3	65693	2,00	344,05
4	13493	2,07	778,86
5	13301	2,34	963,84
6	10411	2,26	1111,77
7	12748	2,42	1407,52

Tabel 3 hasil cacahan Eu-152 menggunakan spektrometer gamma x-cooler

dan ternyata terdeteksi tujuh puncak dengan tingkat energi yang berbeda dengan rentang energi yang besar. Hal ini yang menyebabkan sumber standar Eu-152 disebut sumber standar multi energi dan dapat digunakan untuk kalibrasi efisiensi.

Hasil pencacahan sampel Ba-133 dari koordinator interkomparasi ditampilkan pada Gambar 4 dan Tabel 4.



Gambar 4. Sampel Interkomparasi Ba-133 menggunakan Spektrometer Gamma

Tabel 4. Hasil Sampel Interkomparasi Ba-133, Waktu Pencacahan 3600 detik

No	Net Area	FWHM	keV (centroid)
1	18550	1,98	276,33
2	43171	1,92	302,73
3	126349	1,98	355,76
4	15277	1,94	383,56

Pada Gambar 4 dan Tabel 4 ditunjukkan spektrum Ba-133 yang diukur menggunakan spektrometer gama x-cooler dan ternyata terdeteksi empat puncak dengan tingkat energi yang berbeda dengan rentang energi yang sempit. Hal ini yang menyebabkan sumber standar Ba-133 tidak dapat dijadikan sumber standar tunggal untuk kalibrasi efisiensi, tapi harus dikombinasikan dengan sumber standar yang lain yaitu biasanya Cs-137 dan Co-60.

Hasil pencacahan sampel Cs-137 dari koordinator interkomparasi ditampilkan pada Gambar 5 dan Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Sampel Interkomparasi Cs-137, Waktu Pencacahan 3600 detik

No	Net Area	FWHM	keV (centroid)
1	14299	2,11	661,72



Gambar 5. Sampel Interkomparasi Cs-137 menggunakan Spektrometer Gamma

Pada Gambar 5 dan Tabel 5 memperlihatkan spektrum Cs-137 yang diukur menggunakan spektrometer gamma x-cooler dan ternyata terdeteksi puncak tunggal dengan tingkat energi 661,72 keV. Oleh karena itu sumber standar Cs-137 tidak dapat dijadikan sumber standar tunggal untuk kalibrasi efisiensi, tetapi harus dikombinasikan dengan sumber standar yang lain biasanya Ba-133 dan Co-60.

Hasil pencacahan sampel Co-60 dari koordinator interkomparasi ditampilkan pada Gambar 6 dan Tabel 6.



Gambar 6. Sampel Interkomparasi Co-60 menggunakan Spektrometer Gamma

Tabel 6. Hasil Sampel Interkomparasi Co-60, Waktu Pencacahan 3600 detik

No	Net Area	FWHM	keV (centroid)
1	2727	2,23	1173,01
2	2286	2,60	1332,08

Gambar 6 dan Tabel 6 ditunjukkan spektrum Co-60 yang diukur menggunakan spektrometer gamma x-cooler dan ternyata terdeteksi hanya dua puncak yaitu dengan tingkat energi 1173,01 dan 1332,5 keV. Oleh karena itu sumber standar Ba-133 tidak dapat dijadikan sumber standar tunggal untuk kalibrasi efisiensi, tapi harus dikombinasikan dengan sumber standar yang lain biasanya Ba-133 dan Cs-137.

3. Perhitungan menggunakan sumber standar Eu-152 (Cara perbandingan net Area)

Aktivitas Eu-152 standar berdasarkan sertifikat adalah 97113 Bq dan setelah dihitung peluruhannya, maka per tanggal 1 Oktober 2012 adalah 86648,7 Bq. Kemudian sumber standar dan sampel Eu-152 diukur aktivitasnya menggunakan spektrometer gamma dan hasilnya seperti ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Perhitungan aktivitas berdasarkan ratio net area

No	Energi (E)	Intensitas (I)	Net Area Standar	Sampel	Waktu Cacah	Aktivitas sampel (ratio net area)/Bq (1-Okt-2012)
1	121,78	28,2	101280	190759	3600	163201,21
2	244,7	7,42	12553	23687	3600	163502,56
3	344,27	26,4	35228	65693	3600	161582,06
4	778,9	13	7306	13493	3600	160026,12
5	964	14,48	7295	13301	3600	157986,88
6	1112,1	13,55	5675	10411	3600	158960,28
7	1407,9	20,7	6833	12748	3600	161656,31

Aktivitas sampel Eu-152 rerata (berdasarkan perhitungan ratio net area) menggunakan sumber standar Eu-152 adalah =161207,4 Bq

Dari pengukuran dan perhitungan yang telah dilakukan ternyata diperoleh hasil bahwa aktivitas Eu-152 sampel dari koordinator interkomparasi sebesar 161207,4 Bq. Namun,

ketika dibandingkan hasil pengukuran dari laboratorium yang lain ternyata hasil tersebut $5\times$ lebih besar. Untuk menelusuri dari mana sumber penyimpangannya maka sebagai pembanding dilakukan metode perhitungan menggunakan sumber standar Ba-133, Cs-137,

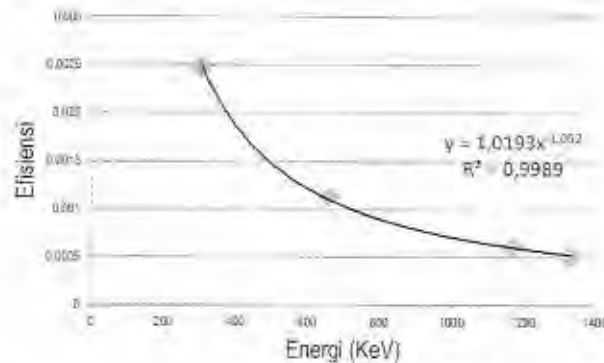
dan Co-60. Perhitungan Cara kurva standar menggunakan sumber standar Ba-133, Cs-137, dan Co-60. Setelah pengukuran sumber standar, maka efisiensi pengukuran dihitung menggunakan Persamaan (1) dan hasilnya ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Perhitungan efisiensi pengukuran

No	Isotop	Energi	Intensitas	Dps (Bq) (1-okt-12)	Efisiensi =cps/dps/ intensitas
1	Ba-133	276,33	61,9	26360,42	0,0003157
2	Ba-133	302,73	18,4	26360,42	0,0024724
3	Ba-133	355,76	7,3	26360,42	0,0182387
4	Ba-133	383,56	8,9	26360,42	0,0018088
5	Cs-137	661,72	86	4108,45	0,0011241
6	Co-60	1173,02	99,88	1239,12	0,0006120
7	Co-60	1332,1	100	1239,12	0,0005124

Dari data pada Tabel 8 maka dapat dibuat kurva kalibrasi seperti ditunjukkan pada Gambar 7. Dari Gambar 7 kurva kalibrasi efisiensi energi sumber standar, maka diperoleh persamaan power $Y=AX^B$ $=1,0193X^{1,052}$ dengan Y adalah efisiensi

pengukuran dan X adalah energi sehingga efisiensi dapat dihitung dan kemudian digunakan sebagai data untuk perhitungan radioaktivitas sampel dengan menggunakan Persamaan (2) dan hasilnya ditunjukkan pada Tabel 9.



Gambar 7. Kurva kalibrasi Efisiensi Energi spektrometer gamma

Tabel 9. Perhitungan aktivitas sampel dari PTKMR menggunakan kurva kalibrasi Cs-137, Ba-133, dan Co-60

Net area sampel /waktu count	Energi	Intensitas	Efisiensi = $1,019 \times$ (energi) 1,052	Aktivitas Sampel (1-Okt-12) =(net/wkt count) / (intensitas/100) / eff
52,988	121,78	28,2	0,006520	28817,57
6,579	244,7	7,42	0,003129	28336,39
18,248	344,27	26,4	0,002185	31632,14
3,748	778,9	13	0,000925	31145,79
3,694	964	14,48	0,000739	34495,33
2,891	1112,05	13,55	0,000636	33532,92
3,541	1407,92	20,7	0,000496	34448,57

Aktivitas sampel Eu-152 rerata menggunakan sumber standar Cs-137, Ba-133, dan Co-60 = 31756.32 Bq (1 Oktober 2012)

Berdasarkan perhitungan metode yang kedua ternyata aktivitas sampel Eu-152 sebesar 31756.32 Bq dan ini jauh lebih kecil (sekitar 1/5) dibanding perhitungan menggunakan sumber standar Eu-152. Hal ini aneh, seharusnya perhitungan menggunakan sumber standar Eu-152 maupun gabungan

sumber standar Ba-133, Cs-137 dan Co-60 menghasilkan aktivitas yang sama.

Oleh karena itu, untuk menelusuri kesalahan apakah radioaktivitas sumber standar Eu-152 sesuai seperti yang tertera di sertifikat kalibrasi maka dilakukan pengukuran radioaktivitas sumber standar Eu-152 dengan menggunakan sumber standar lain yaitu gabungan Ba-133, Cs-137 dan Co-60 dengan perhitungan menggunakan Persamaan (2) dan (3) hasilnya seperti ditunjukkan pada Tabel 10

Tabel 10. Perhitungan aktivitas Eu-152 standar menggunakan kurva kalibrasi Cs-137, Ba-133, dan Co-60

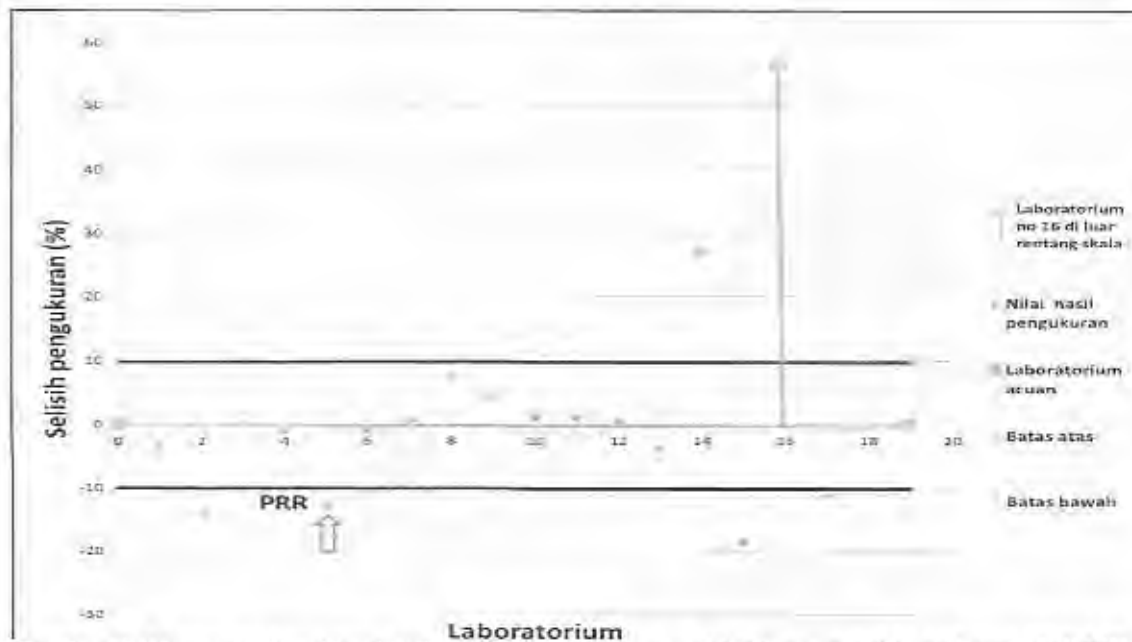
Net area sampel /waktu count	Energi	Inten sitas	Efisiensi = 1.019* (energi) ^1.052	Aktivitas Sampel (1-okt-12) =(net/wkt count)/ (intensitas/100) /eff
28,13	121,78	28,2	0,00652	15300,16
3.487	244,7	7.42	0,00313	15016,96
9,786	344,27	26,4	0,00219	16962,80
2,029	778,9	13	0,00093	16864,39
2,026	964	14,48	0,00074	18919,13
1,576	1112,05	13,55	0,00064	18278,68
1,898	1407,92	20,7	0,00050	18464,63

Berdasarkan perhitungan di atas ternyata aktivitas rerata sumber standar Eu-152 hasil perhitungan menggunakan sumber standar kombinasi Ba-133, Co-60, dan Cs-137 adalah 17081.12 Bq dan ini jauh lebih kecil dibanding aktivitas Eu-152 yang tertera di sertifikat, yaitu 97113 Bq $\pm 5.08\%$ (12-juli-2010) atau 86325.52 Bq (1-okt-2012). Perbedaan ini seharusnya tidak boleh terjadi, untuk mengkonfirmasi kebenarannya maka kami telah konfirmasi ulang ke stake holder yang mengeluarkan sertifikat sumber standar tersebut dan ternyata memang ada kesalahan pada sertifikat.

Kesalahan nilai aktivitas sumber standar pada sertifikat ini berdampak fatal, karena kesalahan tersebut maka hasil interkomparasi pengukuran sampel menggunakan Spektrometer gama yang dilakukan PRR – BATAN pada tahun 2012 hasilnya 161207.4 Bq, jauh lebih besar ($\pm 5 \times$) dibandingkan hasil pengukuran laboratorium acuan. Namun, ketika diukur ulang dengan sumber standar kombinasi antara Ba-133, Cs-137, Co-60 ternyata aktivitas sampel hasil pengukuran adalah 31756.32 Bq (1-oktober

2012) dan hasil ini mendekati hasil pengukuran laboratorium acuan.

Adapun hasil interkomparasi antar laboratorium di BATAN dalam pengukuran radioaktivitas Eu-152 yang dikoordinir PTKMR-BATAN pada tahun 2012 selengkapnya ditunjukkan pada Gambar 5 berikut ini:



Gambar 5. Kurva evaluasi hasil uji banding pengukuran aktivitas yang dikoordinasi PTKMR (Sumber: Gatot Wurdianto et al., 2012)

Pada Gambar 5 ditunjukkan bahwa kegiatan uji banding pengukuran radioaktivitas yang dikoordinasi PTKMR pada tahun 2012 diikuti oleh 17 peserta berbagai laboratorium di BATAN. Pada Gambar 5 sengaja tidak ditampilkan nama laboratoriumnya, namun datanya ada di PTKMR. Garis hijau di tengah, merupakan nilai aktivitas acuan, garis biru tua atas dan bawah merupakan batas atas dan bawah dengan penyimpangan 10%. Hasil pengukuran uji banding menunjukkan bahwa mayoritas laboratorium berada pada rentang penyimpangan $\pm 10\%$. Akan tetapi, ada beberapa laboratorium yang penyimpangannya $> 10\%$. LUR2 hasilnya -12.8%, bahkan ada satu laboratorium (laboratorium no 16) yang penyimpangannya cukup besar yaitu +185% dibanding laboratorium acuan, datanya tidak dapat ditampilkan pada grafik gambar 5 karena nialainya jauh dari yang lain dan hanya ditunjukkan panah merah sebagai pertanda jauh dari skala. Perbedaan nilai hasil pengukuran disebabkan oleh beberapa faktor antara lain karena tidak seragamnya jarak pengukuran (semakin jauh jarak detektor dan sumber, maka semakin minim efek *sum-peak* dan *pile-up*), aktivitas sumber standar antar laboratorium tidak sama (sebaiknya mendekati aktivitas sampel), pemilihan energi yang digunakan untuk menghitung tidak sama (sebaiknya memiliki intensitas besar dan energi di atas 300 keV), jenis detektor yang digunakan

berbeda-beda, disamping itu perlu memperhatikan kebenaran nilai radioaktivitas yang tertera di sertifikat dengan mengkonfirmasi dengan sumber standar yang lain.

KESIMPULAN

Interkomparasi pengukuran alat ukur sangat diperlukan untuk menjaga validitas hasil pengukuran. Dari hasil interkomparasi pengukuran spektrometernya yang dilakukan laboratorium PRR dan laboratorium lain di BATAN pada tahun 2012 ini mayoritas mempunyai penyimpangan $< \pm 10\%$ dibanding aktivitas acuan. Pada awalnya hasil pengukuran PRR jauh lebih besar (5x) dibandingkan yang lain. Namun setelah ditelusuri ternyata kesalahan bukan karena penyimpangan alat melainkan karena kesalahan sertifikat sumber standar dan setelah dikonfirmasi dengan sumber standar yang lain (Ba-133, Co-60 dan Cs-137) ternyata aktivitas sumber standar Eu-152 adalah 1/5 dari nilai yang tertera di sertifikat dan hasil pengukuran aktivitas sampel -12.8% lebih kecil dibanding laboratorium acuan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini kami ucapkan terimakasih kepada Ibu Siti Darwati selaku Manager Puncak Laboratorium Uji Radioisotop dan Radiopfarmaka dan Bapak

Gatot Wuryanto (PTKMR) selaku penyelenggara interkomparasi yang telah memberi kesempatan kepada kami untuk mengikuti interkomparasi antar laboratorium di BATAN dalam pengukuran radioaktivitas menggunakan spektrometer gama.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ardisasmita M.S., Pengembangan Spektrometer Sinar-Gamma dengan Sistem Identifikasi Isotop Radioaktif Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan", Risalah Lokakarya Komputasi dalam Sains dan Teknologi Nuklir (XIII), (2002).
2. Anonymous, "Persyaratan Umum Kompetensi Laboratorium Pengujian dan Laboratorium Kalibrasi ISO/IEC 17025:2005", SNI ISO/IEC 17025:2008, 29-30, BSN, (2008).
3. Achmad F, Rahayu S., Dan Sumarriani W., "Penerapan Grafik-X dan Grafik-R sebagai Grafik Kendali dalam Pengujian Kualitas Air", Laboratory of Experimental Station for Water Resources Environment Research Center for Water Resources, Jurnal Standardisasi Vol. 12, No. 1 Tahun 2010; 14 - 19, (2010).
4. Wurdianto G., Pujadi, Dan Widodo S., "Interkomparasi Pengukuran Aktivitas Sumber Radioaktif Pemancar Gama ^{152}Eu Di Lingkungan BATAN, Laporan Kegiatan, PTKMR-BATAN, Jakarta, (2012).
5. Suparman I., Sunarhadijoso S., Wira Y., Rahman, Komputasi Kalibrasi Efisiensi, *Control Chart* dan Pengukuran Radionuklida pada spektrometri gamma, Lokakarya Komputasi dalam Sains dan Teknologi Nuklir: 6-7 Agustus 2008(225-239), (2008).
6. Knoll G.F., Radiation Detection and Measurement, John Wiley & Sons Inc.. New York , ISBN 0-471-07338-5, (2000).